

## **RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PEMANTAUAN BATAS PERMUKAAN (LEVEL GAUGING) DINAMIS BERBASIS MIKROKONTROLER**

**SUTANTO<sup>\*</sup>, SUDIONO<sup>\*</sup>, FENDI NUGROHO<sup>\*\*</sup>**

*<sup>\*</sup> Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir-BATAN*

*Jl. Babarsari Kotak Pos 1008, DIY 55010*

*Telp. 0274.489716, Faks.489715*

*<sup>\*\*</sup> Mahasiswa Sekolah Tinggi Teknologi Nuklir – BATAN*

*E-mail : sutanto@sttn-batan.ac.id*

### **Abstrak**

**RANCANG BANGUN SISTEM KENDALI PEMANTAUAN BATAS PERMUKAAN (LEVEL GAUGING) DINAMIS BERBASIS MIKROKONTROLER.** Telah dirancang dan dibangun suatu level gauging dinamis berbasis mikrokontroler. Alat ini dibuat dengan tujuan untuk melakukan pencacahan pada posisi permukaan, menggunakan radiasi nuklir untuk mengetahui ketinggian suatu substansi di dalam tangki secara dinamis. Alat yang dibuat terdiri atas sistem pencacah berbasis mikrokontroler AT89S8252, modul LCD sebagai penampil, rangkaian keypad untuk memberi masukan cacah acuan, waktu cacah, memulai proses scan dan menghentikan proses scan, rangkaian penggerak (driver) motor DC untuk menggerakkan sumber dan detector naik atau turun. Hasil pengujian menunjukkan sistem dapat digunakan untuk mengukur level tangki secara dinamis. Kesalahan pengukuran pada setiap posisi sumber-detektor ( $x$ ) adalah  $(0,031x + 0,5972) \%$ .

*Kata kunci : mikrokontroler, level gauging, dinamis*

### **Abstract**

**DESIGN AND CONSTRUCT A CONTROL SYSTEM OF DYNAMIC MONITORING LEVEL GAUGING ON MICROCONTROLLER BASED.** It has been constructed a system of dynamic monitoring level gauging on based. This system is designed to count radioactive passed a tank on level position, using nuclear radiation to find the level of substance in the tank dynamically. The system consists of a counter system on series AT89S8252 based, LCD module as a display, a keypad used to set the reference count, time of count, to start and stop the scanning process, a motor DC driver that is used to move the radiation source and the detector up or down. The result of test shows that the system can be used to measure a level of tank dynamically. Measuring error in each position of source-detector ( $x$ ) is  $(0,031x + 0,5972)\%$ .

*Keywords : microcontroller, level gauging, dynamic*

### **PENDAHULUAN**

Dalam dunia industri proses, tangki banyak digunakan sebagai tempat proses kimia maupun proses perminyakan. Dalam proses tersebut, level tangki merupakan variabel penting yang perlu diukur. Ada beberapa teknik pengukuran level tangki, salah satu diantaranya

adalah teknik nuklir. Penggunaan teknologi nuklir untuk pengukuran level tangki memiliki beberapa alasan, yaitu :

1. Proses yang terjadi di dalam tangki adalah proses kimia dengan suhu yang sangat tinggi.

- Umur pengoperasian teknologi nuklir cenderung lebih lama, tergantung dari umur paruh radioisotope yang digunakan.
- Pengaruh gangguan dari luar sistem tidak mempunyai efek yang menyebabkan kegagalan sistem.
- Gangguan paparan radiasi yang berada di luar sistem dapat segera diketahui keberadaannya dan dapat diatasi dengan mengungkung sumber paparan radiasi pengganggu tersebut menggunakan *container* atau sistem *housing* [6].

Dalam penelitian ini dibuat sistem monitor Level Gauging Dinamis menggunakan mikrokontroler AT89S8252 sebagai modul kendali motor DC dan sebagai modul pencacah, untuk digunakan memonitor ketinggian level zat dalam tangki secara dinamis.

## DASAR TEORI

### Radiasi Gamma

Radiasi Gamma merupakan jenis radiasi yang mempunyai daya tembus sangat besar dan tidak dapat dihentikan sepenuhnya. Setiap pancaran radiasi Gamma yang mengenai suatu bahan akan berinteraksi dengan bahan yang dilewatinya.

Perbandingan intensitas pancaran yang lewat dan intensitas yang diteruskan, tergantung pada tebal bahan, jenis bahan dan energi radiasi gamma. Besarnya intensitas dapat dinyatakan pada persamaan (1)

$$I = I_0 \cdot e^{-\mu \cdot x} \quad (1)$$

dengan

$I_0$  = Intensitas paparan radiasi yang datang (mR/jam)

$I$  = Intensitas paparan radiasi yang diteruskan (mR/jam)

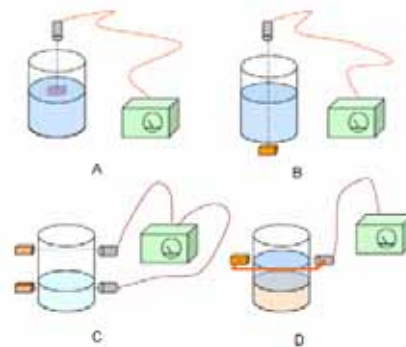
$\mu$  = Koefisien serap linier bahan pada energi tertentu ( $\text{mm}^{-1}$ )

$x$  = Tebal bahan (mm)

### Level Gauging

Level Gauging merupakan salah satu aplikasi tenaga nuklir di bidang industri. Level Gauging digunakan untuk mengetahui batas permukaan dan ketinggian level suatu zat di dalam tangki yang tertutup. Metode yang sering digunakan adalah metode transmisi, baik dalam

kondisi horisontal maupun vertikal, secara skematis ditunjukkan oleh Gambar 1.



Gambar 1. Macam-Macam Konstruksi Pada Sistem Level Gauging

Konstruksi Gambar 1.A dan 1.B digunakan untuk mengetahui batas permukaan zat secara vertikal. Konstruksi seperti Gambar 1.C hanya digunakan untuk menentukan batas maksimum dan minimum zat yang berada dalam tangki. Konstruksi Gambar 1.D ini memiliki keuntungan dapat menentukan batas permukaan yang tepat bahkan dapat menentukan batas permukaan beberapa jenis bahan yang tidak campur. Dengan adanya perbedaan rapat jenis pada zat cair di dalam tabung, maka intensitas radiasi yang sampai ke detektor akan berubah sehingga batas permukaan tersebut dapat ditentukan.

### Level Gauging Dinamis

Sistem Level Gauging Dinamis adalah suatu sistem yang digunakan untuk mengetahui level ketinggian zat dengan konstruksi sumber radiasi dan detektor dalam keadaan bergerak (dinamis), Gambar 1.D. Pergerakan naik/turun sumber radiasi dan detektor dilakukan oleh penggerak mekanik.

Sumber radiasi yang umum digunakan pada *Level Gauging* adalah radioisotop pemancar gamma, sedangkan detektor yang digunakan adalah Geiger Muller (GM). Perbedaan rapat jenis substansi dalam tabung/tangki, menyebabkan intensitas radiasi yang sampai ke detektor akan berubah.

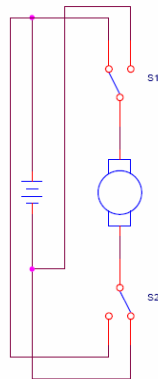
### Mikrokontroler

Mikrokontroler merupakan sebuah chip yang berisi CPU dan dilengkapi dengan memori dan antarmuka I/O. Jenis mikrokontroler sangat banyak, prinsipnya terdapat dua tipe yaitu tipe CISC (*Complex Instruction Set Computing*) dan

RISK (Reduced Instruction Set Computing). AT89S8252 adalah mikrokontroler keluaran Atmel dengan 8K byte Flash PEROM (*Programmable and Erasable Read Only Memory*), AT89S8252 merupakan memori dengan teknologi *nonvolatile memory*, isi memori tersebut dapat diisi ulang ataupun dihapus berulang-kali.

### Pembalikan Polaritas Motor DC

Pembalikan polaritas Motor DC adalah sebuah sistem saklar yang diatur posisinya seperti pada Gambar 2, sehingga memungkinkan pengaturan polaritas tegangan dengan mudah dan menghasilkan putaran motor sesuai yang diinginkan saklar, dimana kedua saklar tersebut harus berada pada posisi yang saling berlawanan. Apabila S1 berada pada posisi di posisi kiri (terhubung dengan positif) maka S2 harus berada di posisi kanan (terhubung dengan negatif) dan demikian pula sebaliknya dengan perubahan yang serempak.



Gambar 2. Pengaturan Arah Motor DC Dengan Menggunakan Saklar

## RANCANG BANGUN SISTEM

### Perancangan Perangkat Keras Sistem



Gambar 3. Diagram Blok Perangkat Keras

Perangkat keras yang dibuat terdiri dari beberapa rangkaian, yaitu :

1. Rangkaian sistem minimum.
2. Rangkaian penampil LCD.
3. Rangkaian tombol keypad.

4. Rangkaian penggerak (driver) motor DC.
5. Rangkaian *Easy Programmer* ISP 89SXXX

### Rangkaian Sistem Minimum

Komponen utama dalam rangkaian sistem minimum adalah mikrokontroler AT89S8252. Empat port masukan – keluaran paralel AT89S8252 masing-masing digunakan sebagai berikut :

1. Port 0 digunakan sebagai jalur keluaran penampil ke LCD
2. Port 1 digunakan sebagai jalur masukan dari keypad dan *easy programmer* ISP 89SXXX dan jalur keluaran ke rangkaian driver motor DC.
3. Port 2 digunakan sebagai jalur masukan dari keypad.
4. Port 3 digunakan sebagai jalur pencacah dan jalur kendali rangkaian LCD

### Rangkaian Penampil LCD

Rangkaian penampil menggunakan LCD 16 x 2. Penampil LCD dihubungkan dengan mikrokontroler melalui port 0, pin P0.4 sampai dengan P0.7.

### Rangkaian Keypad

Rangkaian keypad menggunakan keypad matriks 3x4. Keypad dihubungkan dengan mikrokontroler melalui port 2, pin P2.0 sampai dengan P2.6.

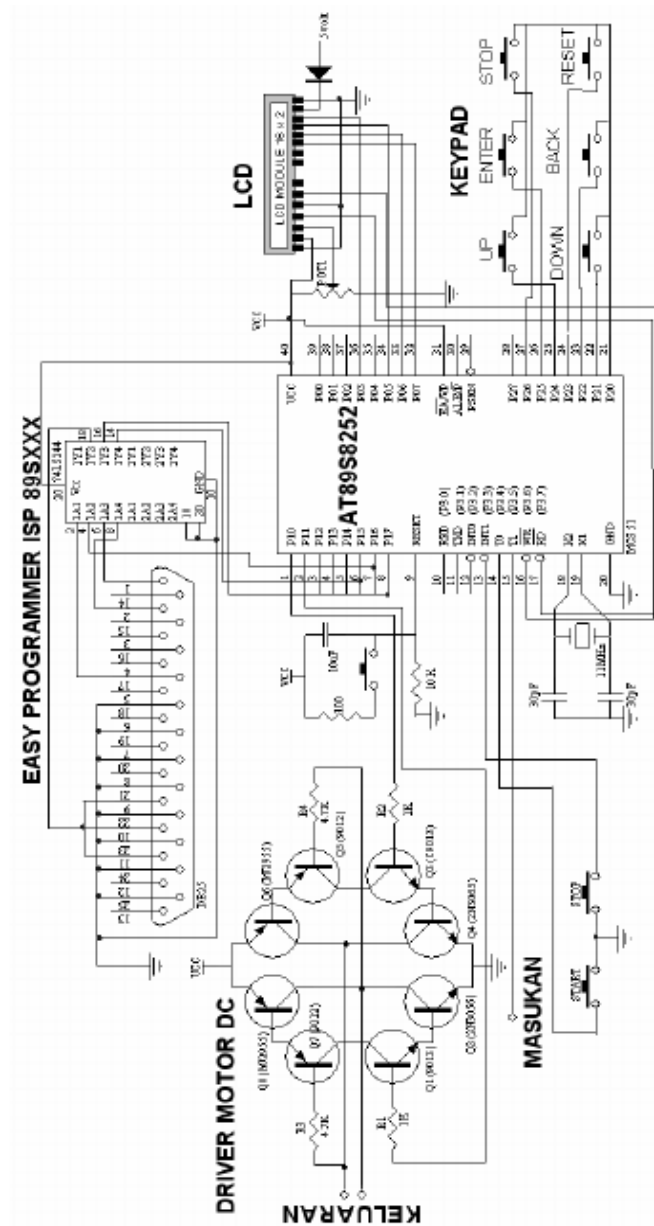
### Rangkaian Penggerak (Driver) Motor DC

Rangkaian penggerak motor DC menggunakan 4 transistor jenis PNP dan 4 transistor jenis NPN. Transistor-transistor tersebut dirangkai menurut rangkaian darlington. Masukan rangkaian penggerak dihubungkan dengan mikrokontroler melalui port 1, pin P1.0 dan P1.1.

### Rangkaian *Easy Programmer* ISP 89SXXX

Komponen utama dalam rangkaian *easy programmer* ISP 89SXXX adalah komponen 74LS244. Komponen ini dihubungkan ke mikrokontroler melalui port 1, yaitu pin P1.5 sampai pin P1.7. Komponen yang lainnya yaitu konektor DB25 yang digunakan untuk berhubungan dengan komputer pada waktu proses *downloading* program dari komputer ke mikrokontroler.

Rangkaian perangkat keras sistem kendali ditunjukkan oleh Gambar 4.



Gambar 4. Rangkaian Skematik Sistem Kendali

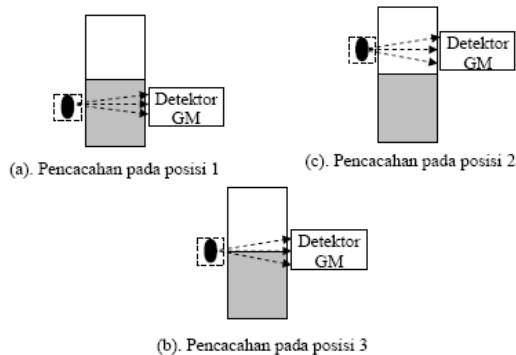
### Perancangan Perangkat Lunak Sistem

Algoritma unjuk kerja sistem kendali didasarkan pada ilustrasi yang ditunjukkan oleh Gambar 6, yaitu terkait dengan posisi sumber dan detektor. Hasil pencacahan radiasi dibandingkan dengan nilai cacah acuan 1 dan nilai cacah acuan 2. Nilai cacah acuan 1 adalah hasil pencacahan radiasi pada saat posisi sumber dan detektor berada pada posisi 1. Nilai cacah acuan 2 adalah hasil pencacahan pada posisi 2. Penentuan nilai cacah acuan dilakukan

dengan mencacah radiasi pada kedua posisi dengan ketentuan sebagai berikut :

1. Sumber radiasi adalah Co-60. Aktivitas pada tanggal 1 bulan Agustus tahun 2006 adalah 20,81  $\mu$ Ci atau 770 kBq
2. Jarak sumber dengan detektor adalah 11 cm
3. Diameter detektor adalah 4 cm
4. Tegangan kerja detektor adalah 800 kV
5. Cairan yang diukur levelnya adalah oli (zat 1)
6. Zat 2 adalah udara
7. Waktu pencacahan adalah 5 detik

8. Jumlah pencacahan setiap posisi adalah 20 kali.
9. Tinggi tangki adalah 100 mm.



Gambar 5. Posisi Detektor Terhadap Batas Permukaan

Nilai cacah acuan dihitung menurut rumus berikut ini :

$$\text{Nilai cacah acuan 1} = \bar{C}_1 + 1,96.\sigma_1$$

$$\text{Nilai cacah acuan 2} = \bar{C}_2 + 1,96.\sigma_2$$

$\bar{C}_1$  : cacah rata – rata pada posisi 1

$\bar{C}_2$  : cacah rata – rata pada posisi 2

$\sigma_1$  : standar deviasi cacah posisi 1

$\sigma_2$  : standar deviasi cacah posisi 2

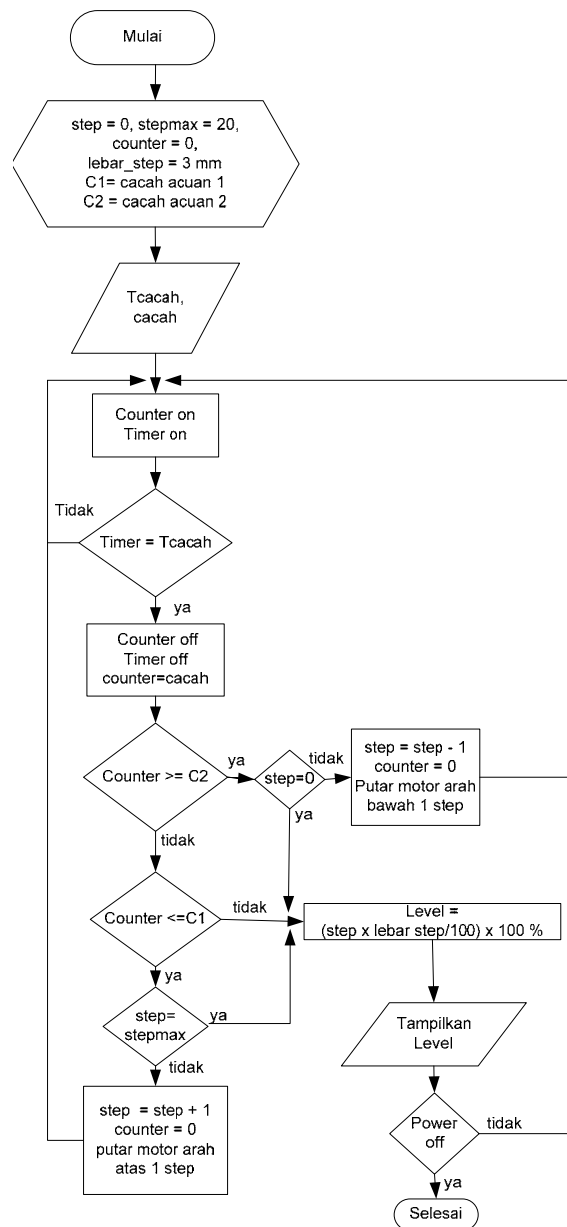
Standar deviasi dihitung dengan rumus berikut :

$$(\sigma) = \sqrt{\frac{\sum_{i=1}^n (C_i - \bar{C})^2}{n}}$$

Pembuatan program kendali motor DC didasarkan pada diagram alir seperti ditunjukkan oleh Gambar 6. Level tangki ditunjukkan dalam satuan persen (%) dan dihitung dengan rumus sebagai berikut :

$$\text{Level perhitungan} = \frac{\text{Tinggi level sebenarnya}}{\text{Tinggi tangki}} \times 100\%$$

$$\text{Level tertampil di LCD} = \frac{\text{Step} \times \text{lebar step}}{\text{Tinggi tangki}} \times 100\%$$



Gambar 6. Diagram Alir Program Level Gauging Dinamis

**HASIL DAN PEMBAHASAN**

Tabel 1. Cacah Acuan

No	cacah acuan( $C_i$ )		$(C_{i1} - \bar{C}_1)^2$	$(C_{i2} - \bar{C}_2)^2$
	Posisi 1 ( $C_{i1}$ )	Posisi 2 ( $C_{i2}$ )		
1	166	223	25	144
2	166	241	25	36
3	175	205	16	900
4	172	264	1	841
5	174	217	9	324
6	162	275	81	1600
7	169	227	4	64
8	180	238	81	9
9	167	225	16	100
10	166	240	25	25
11	173	237	4	4
12	173	245	4	100
13	168	228	9	49
14	166	239	25	16
15	172	203	1	1024
16	173	239	4	16
17	168	264	9	841
18	170	215	1	400
19	169	251	4	256
20	174	223	9	144
$\Sigma$	3412	4699	353	6893

Cacah acuan 1 rata – rata ( $\bar{C}_1$ ) =  $\frac{3412}{20}$   
 $= 170,6 \cong 171$  cacah

Cacah acuan 2 rata – rata ( $\bar{C}_2$ ) =  $\frac{4699}{20}$   
 $= 234,95 \cong 235$  cacah

Deviasi standar adalah sebagai berikut :

$$\sigma_1 = \sqrt{\frac{353}{20}} = 4,2 \approx 5$$

$$\sigma_2 = \sqrt{\frac{6893}{20}} = 18,6 \approx 19$$

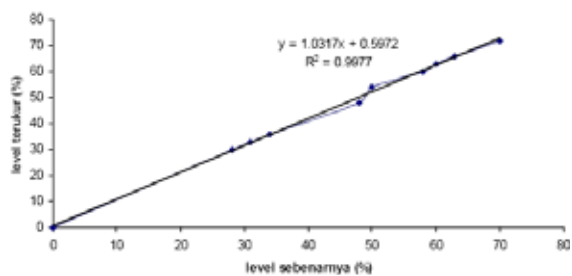
$cacah\ acuan = \bar{C}_1 + 1,96 \sigma_1$   
 $= 171 + (1,96 \times 5)$   
 $= 180,8 \cong 181\ cacah$

$cacah\ acuan = \bar{C}_2 + 1,96 \sigma_2$   
 $= 235 - (1,96 \times 19)$   
 $= 197,76 \cong 198\ cacah$

Tabel 2. Hasil Pengujian Unjuk Kerja Sistem.

Tinggi level sebenarnya (mm)	step	Level perhitungan (%)	Level tertampil di LCD (%)
0	0	0	0
28	10	28	30
31	11	31	33
34	12	34	36
48	16	48	48
50	18	50	54
58	20	58	60
60	21	60	63
63	22	63	66
70	24	70	72

Berdasarkan Tabel 2 diperoleh hasil yang berbeda antara level sesungguhnya dengan level yang tertampil di LCD. Secara grafis, kesalahan ini ditunjukkan oleh Gambar 7.



Gambar 7. Grafik Penyimpangan Level Terukur Terhadap Level Sebenarnya

Ada beberapa sebab kesalahan pengukuran, pertama, kesalahan diakibatkan oleh nilai level tertampil di LCD merupakan kelipatan dari lebar step. Kedua, lebar setiap step yang ditempuh oleh motor tidak selalu tepat 3 mm. Ketiga, cacah radiasi bersifat random sehingga ada lebih dari 1 posisi sumber-detektor yang menghasilkan cacahan diantara cacah acuan 1 dan cacah acuan 2. Kesalahan pengukuran dapat diperkecil dengan cara, pertama, memperkecil lebar step. Kedua, alat digunakan untuk mengukur level zat yang memiliki densitas tinggi sehingga memungkinkan hanya ada 1 posisi sumber detektor yang menghasilkan cacahan diantara cacah acuan 1 dan cacah acuan 2. Selain itu, kecepatan motor yang relatif kecil dan adanya waktu cacah menyebabkan sensitivitas alat terhadap kecepatan perubahan level zat juga menjadi kecil. Sensitivitas alat dapat diperbesar dengan memperkecil waktu cacah dan menggunakan motor yang memiliki daya besar.

Namun, waktu cacah yang terlalu kecil menyebabkan kenaikan kesalahan pencacahan.

Berdasarkan Gambar 8, nilai kesalahan untuk setiap level (x) adalah  $(0,031x + 0,5972)\%$ .

### **KESIMPULAN**

1. Telah dibangun dan diuji coba sistem pengendali motor pada sistem monitoring level gauging dinamis yang menggunakan sumber Co-60 dan detektor Geiger Muller (GM).
2. Nilai kesalahan pengukuran pada setiap level adalah  $(0,031x + 0,5972) \%$
3. Nilai kesalahan pengukuran dapat dikurangi dengan memperkecil lebar step motor dan digunakan pada pengukuran level zat dengan densitas tinggi.

### **DAFTAR PUSTAKA**

1. ANONIM, 2007, "Pelatihan Petugas Proteksi Radiasi" STTN-BATAN, Yogyakarta.
2. COOPER, W.D, 1988, *Instrumentasi Elektronik dan Teknik Pengukuran*, Erlangga, Jakarta.
3. KURNIAWATI, T. S., 2006 "Rancang Bangun Perangkat Lunak Penggerak Motor Stepper Berbasis Mikrokontroler" Laporan Kerja Praktek, STTN-BATAN, Yogyakarta.
4. MUHTADAN, 2005, "Rancang Bangun Pengukur dan Perekam Suhu Dengan Mikrokontroler", Tugas Akhir, STTN-BATAN, Yogyakarta.
5. PUTRA, A. E., 2002, *Belajar Mikrokontroler AT89C51/52/53, Teori dan Aplikasi*, Gava Media, Yogyakarta.
6. SUSETYO, W., 1988, *Spektrometri Gamma*, Gadjah Mada Iniversity Press, Yogyakarta.

